

## 【事例報告】

## 「山口CO中毒事故」からみた救急医療と高気圧酸素治療の課題と対策

鶴田 良介<sup>1)</sup> 松山 法道<sup>2)</sup> 戸谷 昌樹<sup>1)</sup> 藤田 基<sup>1)</sup> 笠岡 俊志<sup>1)</sup> 前川 剛志<sup>1)</sup>  
 山口大学医学部附属病院先進救急医療センター<sup>1)</sup>  
 同院 ME機器管理センター<sup>2)</sup>

【背景】「山口CO中毒事故」とは、宿泊していた小学生、学校関係者とそれらの救護に当たった救急隊員が予期せぬ高濃度のCOに曝露し、22名の死傷者（1名死亡）を出した集団災害である。【目的】当院高度救命救急センターは発生当初から数日間にわたり事故に関わった。その問題点と対策について考察する。【方法】カルテと電話聞き取りによる記述疫学研究。【結果】事故後4名を受け入れ、初期症状の重い順に高気圧酸素（HBO）治療（第一種治療装置）を24時間以内に2回行った。さらに1名の受け入れ要請があったが、HBO装置を有する県内救命救急センターへお願いした。翌日の転院患者に対してもHBO治療を行った。また、診察や説明のためさらに7名の患者に対応した。40日後の観察では、ひとりも間歇型の発症を認めたものはいなかった。【問題点】①発生源の特定できない急性CO中毒を初めて経験した。②COHb濃度を測定できない病院があった。③搬送された施設により酸素療法が決定された。④間歇型防止に対するHBO治療への過度の期待があった。【改善点】①県内のCOHbを測定できる病院マップを作成した。②県内外のHBO保有施設と連携がとれるように準備を整えた。

キーワード トリアージ, COヘモグロビン, メディカル・コントロール

## 【Case report】

## Lessons learned in emergency medicine and hyperbaric oxygen therapy from “the carbon monoxide (CO) poisoning accident in Yamaguchi”

Ryosuke Tsuruta<sup>1)</sup>, Norimichi Matsuyama<sup>2)</sup>, Masaki Todani<sup>1)</sup>, Motoki Fujita<sup>1)</sup>, Shunji Kasaoka<sup>1)</sup>, Tsuyoshi Maekawa<sup>1)</sup>

1) Advanced Medical Emergency & Critical Care Center, Yamaguchi University Hospital

2) Center for Medical Electronics and Maintenance, Yamaguchi University Hospital

## Abstract

**Background** : “The accident of carbon monoxide (CO) poisoning in Yamaguchi” was a mass disaster involving the exposure of 22 people to CO at a hotel resulting in CO poisoning and one fatality. The patients were elementary school students, school officials and ambulance attendants. Our advanced emergency medical service center dealt with this accident for several days from the onset. **Objective** : We tried to find lessons learned by reviewing the emergency medical response to this disaster and the problems that arose. **Methods** : Descriptive epidemiological research was conducted by examining patients’ charts and by telephone interviews. **Results** : Four patients were brought to our center soon after the accident and were treated with hyperbaric oxygen (HBO) therapy in a monoplace chamber twice within 24 hours in order of severity. Another emergency medical service center equipped with a monoplace chamber treated another patient at our request. The next day, a patient was sent to us from another hospital and was given one treatment with HBO. Furthermore, another 7 patients, expecting complete relief of their complaints, visited our hospital later after strong recommendations from non-medical persons. Among 19 patients who were followed-up for 40 days, none developed delayed neurological sequelae. **Problems** : 1) A large number of patients with CO poisoning of unknown origin required treatment. 2) Some hospitals did not have the means to measure COHb. 3) The choice of hyperbaric or normobaric oxygen therapy was determined by each hospital receiving patients. 4) The ability of HBO therapy to resolve all clinical problems of CO poisoning was overestimated. **Improvements** : 1) We made a map showing the location of all hospitals able to measure COHb. 2) We prepared a cooperation system for HBO therapy with hospitals regardless of prefecture borders.

keywords triage, carboxyhemoglobin, medical control

## 背景・目的

メディアで大きく取り上げられた「山口CO中毒事故」とは、2009年6月2日18時頃、山口県美祢市のホテルに宿泊していた小学生、教師、看護師、カメラマンとそれらの救護に当たった救急隊員が予期せぬ高濃度の一酸化炭素(CO)に曝露し、22名の死傷者(1名死亡)を出した集団災害である。

当院高度救命救急センターは事故発生当初から数日間にわたり「山口CO中毒事故」に関わった。その間に遭遇・経験した急性CO中毒に対する高気圧酸素(HBO)治療のさまざまな問題点を明らかにし、それらに対する対応策を検討した。

## 方法

当センター受診の患者に関してはカルテを用い、それ以外の患者については医師との電話のやり取りで、症状、COヘモグロビン(CO<sub>Hb</sub>)濃度、頭部画像診断、酸素療法を調査した。即ち、カルテと電話聞き取りによる記述疫学研究を行った。当院受診の患者に関しては、40日後に電話で経過を追跡した。

## 結果

### 1) 事故直後の患者搬送と当センター受診の経緯

通信指令室からの第1報は「ホテル内の複数名の傷病者、うち数名が心肺停止」であった。ドクターカーによる現場への医師派遣要請を受け、硫化水素中毒を念頭において対応を整えた。中間地点で事故発生現場からの救急車とドッキングし、2名を収容した。1名は現場で意識障害Japan Coma Scale (JCS) 300、もう1名は意識障害なし。無線でCO中毒の疑いが言われており、意識障害患者がリザーバーマスク下酸素投与で改善したことからも急性CO中毒を第1に考えた。当センター到着時の動脈血CO<sub>Hb</sub>濃度は29.6%と8.4

%であった。意識障害のあった患者からHBO治療を開始した。次の患者のHBO治療の前にさらに2名を収容し、現場での意識障害の程度からこの2名の治療を優先した。計4名を24時間以内に2回2.0ATA60分間のHBO治療を行った。翌日、転院患者1名に対しても1回HBO治療を行った。また、診察や説明のためさらに7名の患者に対応した(図1)。

### 2) 事故直後の診療(表1)

事故当日に4人を収容した。事故状況とCO<sub>Hb</sub>濃度から急性CO中毒と診断したが、それ以外の混入ガス吸入の可能性も念頭におき、可能な限りHBO治療を行う方針にした。さらに1名の治療の依頼が美祢市内の医師からあったが、HBO治療が可能である他の救命救急センターへお願いし



図1: 急性CO中毒事故での患者の移動図

括弧内に事故当日の収容人数を示した。最終的に当院(宇部市)を受診した患者は12人となった。下関市の1名は当院に依頼があったが、HBO治療スケジュールに入れず、紹介した患者。当院(宇部市)と下関市の病院以外ではHBO治療は行われなかった。CPA: 心肺停止

表1 急性CO中毒事故当日の患者背景

症例	年齢	性	意識障害	来院時CO <sub>Hb</sub> %	HBO順	MRI検査	入院日数
1	49	M	あり, 車内で回復	29.6	①	淡蒼球にHIA	3
2	44	M	なし	8.4	④	異常なし	2
3	54	F	あり, 車内で回復	6.8	②	異常なし	3
4	34	M	あり, 酸素で回復	4.2	③	異常なし	3

HIA: 高信号領域

た。治療は当センターのプロトコールに従い<sup>1)2)</sup>、第一種装置 (BARA-MED<sup>®</sup>, 小池メディカル) で100%酸素2.0ATAで60分間施行した。2.0ATAの理由は高気圧酸素治療安全協会の安全基準<sup>3)</sup>に従ったことである。来院後24時間以内にHBO治療を2回行うこととし、事前に閉所恐怖症、呼吸器疾患(気胸, 肺気腫, 開胸手術), 痙攣, 不整脈の既往がないことを確認し、承諾後に治療を行った。通常行う耳鼻科紹介は意思疎通が可能なことと緊急のため行わなかった。4例すべて2回とも問題なく施行し得た。HBO治療以外のときは、翌朝まで酸素リザーバマスクを使用した。症例1のみ頭部MRIのFLAIR像で淡蒼球に高信号領域を認めたが、全例とも神経・精神症状を認めず、間歇型CO中毒の症状と受診法について十分な説明を受けた後に退院した。

### 3) 他院で診療を受けた患者の再受診 (表2)

2名(症例5と8)は医療機関からの紹介で、残り2名(症例6・7)は退院後の症状(立ちくらみ, 気分不良)で当センターを直接受診した。症例8は頭痛, 胸痛が持続するということと家人の強い要望もあり、第7病日に転院してきた。頭部, 心臓の精査の結果異常を認めず、心因的な要素が関係していると判断し、HBO治療は行わなかった。症例5については曝露後24時間以内であったため、症例6については本人の要望でHBO治療を1回施行した。頭部MRIでは異常を認めなかったが、間歇型CO中毒の症状と受診法について

の情報を提供した。

### 4) 外来コンサルテーション (表3)

事故後6日目に職場(消防署)の上司からの強い要請で4名が外来受診した。急性CO中毒に詳しい医師からのアドバイスがあったという。2名(症例9・10)は事故後数日間、頭痛, 疲労感, 睡眠障害などの症状があった。症例12は全く無症状だったが、現場で活動したため入院加療を受けた。何れも意識障害はなかったが、搬入先の医療機関で酸素療法が決定された。症例11は事故当日、HBO治療が可能な施設を紹介したことによる。全例とも診察で特に異常を認めず、頭部MRI検査は施行しなかった。間歇型CO中毒について説明を行った。

### 5) 曝露後40日経過

症例8は紹介先の病院によりHBO治療を10日間施行され、頭痛が改善したというが、間歇型CO中毒とは診断できなかった。今回の急性CO曝露被害者21名のうち19名(うち小児6名を含む)の経過調査をおこなった結果、間歇型発症を認めなかった。

### 6) 問題点のまとめ

以上の経過から問題点を抽出すると次のようにまとまる。

- 1) 練炭や排気ガス以外のCO発生源の明らかでない急性CO中毒患者複数に遭遇した。

表2 他院から受診の患者背景

症例	年齢	性	意識障害	初期COHb%	HBO回数	MRI検査	入院日数
5	24	F	あり, 車内で回復	21.7	1	異常なし	2(1)
6	35	M	なし	未測定	1	異常なし	2(2)
7	54	M	なし	18.1	0	異常なし	0(2)
8	23	F	あり, 車内で回復	10.1	0	異常なし	2(7)

( )は前医の日数

表3 外来コンサルテーションの患者背景

症例	年齢	性	意識障害	初期症状	初期COHb%	HBO回数	入院日数
9	51	M	なし	視野狭窄	11.8	0	2
10	21	F	なし	頭痛, 疲労感	未測定	0	2
11	37	M	なし	脱力, 疲労感	4.5	2	2
12	26	M	なし	なし	未測定	0	2



- 2) メディカル・コントロール上、「急性CO中毒はHBO装置を有する施設に搬送することが望ましい」とされているが、救急隊搬送時、急性CO中毒と判明されておらず、たとえ診断されたとしても今回のように重症度を考慮した広域搬送が行われた可能性が高い。
- 3) 搬送された施設によりHBO治療か酸素マスクによる酸素療法が決定された。一部に間歇型CO中毒防止に対する患者や家族のHBOへの過信があり、前医の治療との整合性を保つため原則曝露後24時間以内のHBO治療の開始効果について説明した。国内で統一した急性CO中毒の治療指針がないことによると考えられた。
- 4) 今回の事故では意識障害の遷延する重症例はなかったが、このような症例こそHBO治療が推奨されることより第二種装置をもつ隣県との連携を図らねばならない。

特に、1) に関してCO発生源が不明の場合、COHb濃度の測定が重要視されると考え、山口県内の二次救急医療施設の検査技師長に電話で問い合わせマップを作成した(図2)。これによると西から関門医療センター、大学病院、県立総合医療センター、岩国医療センターの救命救急センターをもつ4病院は全てCOHb濃度を測定可能だが、HBO治療が行えるのは関門医療センターと大学病院だけである。逆に、HBO治療が可能な残り2つの病院はCOHb濃度を測定できず、また、24時間救急患者の対応は困難である。しかし、この2病院の院長と連絡を取り、今回のような災害発生時にHBO治療で相談することの了承を得ることができた。

### 考察と解決策

急性CO中毒事故は散発的に発生している。小型ガス湯沸かし器の事故、鹿児島市の中学生が洞窟の中でダンボールを燃やして起こった死亡事故(2005年4月)、北海道北見市で地下のガス管が破断したガス漏れ事故(2007年1月)など、COは無色無臭のため感知されにくく、事故が発生すると集団災害となるおそれがある。また、最初は複数の傷病者が同時発生するとは限らない点に注意

しなければならない。今回の事故でも現場からの通報は、「バスに酔ったため気分不良の方がいる」との内因性疾患を思わせるものであった。そのため救護に関わった複数の救急隊員が巻き込まれる結果になった。事故発生のメカニズムはボイラーの排気口が塞がっていたため、かなり高濃度のCOが建物に充満したことによると推定されている。しかし、事故当初はそのことは全く不明であった。CO発生源不明の急性CO中毒患者の診療において急性CO中毒の症状は非特異的であるため確定診断としてCOHb濃度の測定が不可欠であることを痛感した。COHb濃度が急性CO中毒の重症度を必ずしも反映しない<sup>4)</sup>ことは周知であるが、CO曝露の有無、非特異的症狀がCO暴露によるかどうかの判断にはCOHb濃度が重要であった。最近では、非侵襲的にパルスオキシメータによる血中CO濃度(SpCO)を測定できる器械も市場に出てきている<sup>5) 6)</sup>が、未だ普及に至っていない。今後、現場での急性CO中毒患者の早期発見につながる可能性がある。

今回のような急性CO中毒事故はどこにでも起こりうる。飲食店、宿泊施設をはじめとした屋内での気分不良、意識障害患者に対して接触時に今後、COガス充満を念頭においた対処法が必要となるであろう。救急隊はガス検知器の携行を考慮すべきだが、医療者側はCOHb濃度の測定を忘れてはならない。浴室での院外心肺停止患者で高COHb%に気づき、行政



図2: COHb濃度測定とHBO治療が可能な病院のマップ(2009年6月現在)

山口県内の二次救急医療施設のうちCOHb濃度測定が可能なものとしてHBO装置を保有しているものを示した。

解剖に至った症例を経験している<sup>7)</sup>。そこで、県内のCOHb濃度が測定できる医療機関マップを作成した(図2)。県内のメディカル・コントロールの会議・研修会を通じてこのマップを普及させていく予定である。同時に、HBO治療の行える施設の把握にも役立つ。

急性CO中毒に関しては2002年のWeaverらの報告<sup>8)</sup>以来、来院後24時間以内にHBO治療を積極的に施行する方向性が生まれた<sup>1)2)</sup>。昏睡、痙攣、小脳症状、せん妄などの神経・精神症状を有する患者や胎児仮死の妊婦など重症患者こそHBO治療の適応があると言われながら<sup>4)</sup>、一方でこのような患者は第一種装置でのHBO治療は安全性が確保されず、HBO治療が回避される傾向にあるのも事実である<sup>9)</sup>。即ち、気管挿管下に100%酸素での人工呼吸が行われる。また、最近、American College of Emergency Physicians (ACEP) はクリニカル・ポリシーで急性CO中毒に対してHBO治療を強要しないと報告した<sup>10)</sup>。本邦では、井上らが良質なレビューを試みた<sup>11)</sup>が、国内で統一した急性CO中毒の治療指針が出ないことには急性CO中毒に対するHBO治療の位置づけは確立しないと思われる。実際、HBO治療が間歇型CO中毒を予防するという過大評価が流れ、前医の通常圧酸素療法を不安視する患者もいた。救急医療とHBO治療の関連学会が連携して急性CO中毒に対する多施設共同研究やガイドラインの整備を行うべきである。

今回、重症CO中毒患者がいなかったため隣県への広域搬送を考えなかったが、第二種装置は全身管理を行いながらHBO治療が行え、また、複数の患者を同時に治療できる点から優れている。今回の事故をきっかけに隣県の第二種装置を保有する施設医師と連絡をとり、今後に備えることができた。山口県では2011年1月からドクターヘリの運用も計画されており、今後このような施設への患者搬送が容易になることが考えられる。

## 結語

「山口CO中毒事故」を経験して救急医療とHBO治療の連携を推進させた。

本論文の内容の大部分は第44回日本高気圧環境・

潜水医学会総会(東京)において発表した。

## 文 献

- 1) 鶴田良介, 綿貫俊夫, 藤田基, 他: 急性一酸化炭素中毒の急性期治療と精神科フォローの現況と今後の高気圧酸素治療の連携の課題. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2007; 42: 184.
- 2) 鶴田良介, 綿貫俊夫, 松山法道, 前川剛志: 急性一酸化炭素中毒患者への高気圧酸素治療プロトコル〜どこまでが救急医, どこからが精神科医?〜. 日本臨床高気圧酸素・潜水医学会雑誌 2008; 5: 31.
- 3) 高気圧酸素治療安全協会: 絵で見るやさしい安全基準 3版. 東京: 高気圧酸素治療安全協会. 2004; pp.1-45.
- 4) Tomaszewski C: Carbon monoxide. In: Flomenbaum NE, Goldfrank LR, Hoffman RS, et al, ed. Goldfrank's Toxicologic Emergencies, 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2006; pp.1689-1704.
- 5) Suner S, Partridge R, Sucov A, et al: Non-invasive pulse co-oximetry screening in the emergency department identifies occult carbon monoxide toxicity. J Emerg Med 2007; 34: 441-450.
- 6) 増野智彦, 横田裕行: 一酸化炭素中毒とSpCO—非観血的モニターを用いた血中一酸化炭素濃度測定(SpCO)の意義—. 臨床麻酔 2009; 33: 528-534.
- 7) Uemura K, Harada K, Sadamitsu D, et al: Apoptotic and necrotic brain lesions in a fatal case of carbon monoxide poisoning. Forensic Science International 2001; 116: 213-219.
- 8) Weaver LK, Hopkins RO, Chan KJ, et al. Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning. New Engl J Med 2002; 347: 1057-1067.
- 9) 藤田基, 鶴田良介, 松山法道, 他: 当施設における急性一酸化炭素中毒患者の治療法選択. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2006; 41: 225-230.
- 10) Wolf SJ, Lavonas EJ, Sloan EP, Jagoda AD: Clinical policy: clinical issues in the management of adult patients presenting to the emergency department with acute carbon monoxide poisoning. Ann Emerg Med 2008; 51: 138-152.
- 11) 井上治, 山本五十年, 合志清隆, 他: 急性一酸化炭素中毒に対する高気圧酸素療法(HBO)—国内外の主要な文献から—. 日本高気圧環境・潜水医学会雑誌 2009; 44: 82-93.